

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS

• GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



IPW

PTO/SB/21 (08-03)

Approved for use through 08/30/2003. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

## TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Total Number of Pages in This Submission

3

Application Number

10/709,198

Filing Date

04/20/2004

First Named Inventor

Ying-Yao Lin

Art Unit

Examiner Name

Attorney Docket Number

REAP0009USA4

### ENCLOSURES (Check all that apply)

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Fee Transmittal Form                     | <input type="checkbox"/> Drawing(s)                                       | <input type="checkbox"/> After Allowance communication to Technology Center (TC)        |
| <input type="checkbox"/> Fee Attached  | <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers                         | <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences     |
| <input type="checkbox"/> Amendment/Reply                                     | <input type="checkbox"/> Petition   | <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) |
| <input type="checkbox"/> After Final   | <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application | <input type="checkbox"/> Proprietary Information  |
| <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)                           | <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation                    | <input type="checkbox"/> Status Letter  |
| <input type="checkbox"/> Extension of Time Request                           | <input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address                 | <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):                    |
| <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request                         | <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer                              |   |
| <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement                    | <input type="checkbox"/> Request for Refund                               |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)   | <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____                        |   |
| <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application    | Remarks   |   |
| <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53 |   |   |

### SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name	Winston Hsu, Reg. No.: 41,526
Signature	<i>Winston Hsu</i>
Date	5/6/2004

### CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

Typed or printed name			
Signature		Date	

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0032  
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

# FEE TRANSMITTAL for FY 2004

Effective 10/01/2003. Patent fees are subject to annual revision.

☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27

TOTAL AMOUNT OF PAYMENT (\$ ) 0.00

## Complete if Known

Application Number	10/709,198
Filing Date	04/20/2004
First Named Inventor	Ying-Yao Lin
Examiner Name	
Art Unit	
Attorney Docket No.	REAP0009USA4

## METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

☐ Check ☐ Credit card ☐ Money Order ☐ Other ☐ None

☒ Deposit Account:

Deposit Account Number: 50-0801  
Deposit Account Name: North America International Patent Office

The Director is authorized to: (check all that apply)

☒ Charge fee(s) indicated below ☐ Credit any overpayments

☒ Charge any additional fee(s) or any underpayment of fee(s)

☐ Charge fee(s) indicated below, except for the filing fee to the above-identified deposit account.

## FEE CALCULATION

### 1. BASIC FILING FEE

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1001	770	2001	385	Utility filing fee	
1002	340	2002	170	Design filing fee	
1003	530	2003	265	Plant filing fee	
1004	770	2004	385	Reissue filing fee	
1005	160	2005	80	Provisional filing fee	
SUBTOTAL (1)					(\$ ) 0.00

### 2. EXTRA CLAIM FEES FOR UTILITY AND REISSUE

		Extra Claims		Fee from below		Fee Paid
Total Claims		-20** =		X		
Independent Claims		-3** =		X		
Multiple Dependent						

Large Entity		Small Entity		Fee Description
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)	
1202	18	2202	9	Claims in excess of 20
1201	86	2201	43	Independent claims in excess of 3
1203	290	2203	145	Multiple dependent claim, if not paid
1204	86	2204	43	** Reissue independent claims over original patent
1205	18	2205	9	** Reissue claims in excess of 20 and over original patent

SUBTOTAL (2) (\$ ) 0.00

\*\*or number previously paid, if greater; For Reissues, see above

## FEE CALCULATION (continued)

### 3. ADDITIONAL FEES

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1051	130	2051	65	Surcharge - late filing fee or oath	
1052	50	2052	25	Surcharge - late provisional filing fee or cover sheet	
1053	130	1053	130	Non-English specification	
1812	2,520	1812	2,520	For filing a request for <i>ex parte</i> reexamination	
1804	920*	1804	920*	Requesting publication of SIR prior to Examiner action	
1805	1,840*	1805	1,840*	Requesting publication of SIR after Examiner action	
1251	110	2251	55	Extension for reply within first month	
1252	420	2252	210	Extension for reply within second month	
1253	950	2253	475	Extension for reply within third month	
1254	1,480	2254	740	Extension for reply within fourth month	
1255	2,010	2255	1,005	Extension for reply within fifth month	
1401	330	2401	165	Notice of Appeal	
1402	330	2402	165	Filing a brief in support of an appeal	
1403	290	2403	145	Request for oral hearing	
1451	1,510	1451	1,510	Petition to institute a public use proceeding	
1452	110	2452	55	Petition to revive - unavoidable	
1453	1,330	2453	665	Petition to revive - unintentional	
1501	1,330	2501	665	Utility issue fee (or reissue)	
1502	480	2502	240	Design issue fee	
1503	640	2503	320	Plant issue fee	
1460	130	1460	130	Petitions to the Commissioner	
1807	50	1807	50	Processing fee under 37 CFR 1.17(q)	
1806	180	1806	180	Submission of Information Disclosure Stmt	
8021	40	8021	40	Recording each patent assignment per property (times number of properties)	
1809	770	2809	385	Filing a submission after final rejection (37 CFR 1.129(a))	
1810	770	2810	385	For each additional invention to be examined (37 CFR 1.129(b))	
1801	770	2801	385	Request for Continued Examination (RCE)	
1802	900	1802	900	Request for expedited examination of a design application	

Other fee (specify) \_\_\_\_\_

\*Reduced by Basic Filing Fee Paid

SUBTOTAL (3) (\$ ) 0.00

## SUBMITTED BY

(Complete (if applicable))

Name (Print/Type)	Winston Hsu	Registration No. (Attorney/Agent)	41,526	Telephone	886289237350
Signature	<i>Winston Hsu</i>	Date	5/6/2004		

**WARNING: Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038.**

This collection of information is required by 37 CFR 1.17 and 1.27. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



PTO/SB/02B (11-00)  
Approved for use through 10/31/2002. OMB 0651-0032  
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

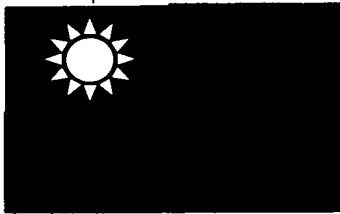
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

## DECLARATION — Supplemental Priority Data Sheet

Additional foreign applications:

Prior Foreign Application Number(s)	Country	Foreign Filing Date (MM/DD/YYYY)	Priority Not Claimed	Certified Copy Attached?	
				YES	NO
092124135	Taiwan R.O.C	09/01/2003	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Burden Hour Statement: This form is estimated to take 21 minutes to complete. Time will vary depending upon the needs of the individual case. Any comments on the amount of time you are required to complete this form should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, Washington, DC 20231. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Assistant Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 09 月 01 日  
Application Date

申請案號：092124135  
Application No.

申請人：瑞昱半導體股份有限公司  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 11 月 24 日  
Issue Date

發文字號：09221188880  
Serial No.

92A-025

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	指數增益型可變增益放大器
	英 文	LINEAR-IN-DECIBEL VARIABLE GAIN AMPLIFIER
二、 發明人 (共3人)	姓 名 (中文)	1. 林尹堯 2. 李朝政
	姓 名 (英文)	1. Lin, Ying-Yao 2. Lee, Chao-Cheng
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	1. 宜蘭縣礁溪鄉六結村九十八號 2. 桃園縣中壢市新生路三吉公寓二巷六十一之一號
	住居所 (英 文)	1. No. 98, Liu-Chieh Tsun, Chiao-Hsi Hsiang, I-Lan Hsien, Taiwan, R.O.C. 2. No. 61-1, Lane 2, Shin-Sheng Rd., Jung-Li City, Tao-Yuan Hsien,
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	1. 瑞昱半導體股份有限公司
	名稱或 姓 名 (英文)	1. Realtek Semiconductor Corp.
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 新竹縣新竹科學園區工業東九路二號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1. 2 Industry E. Rd. IX, Hsin-Chu Hsien, Taiwan, R.O.C.
	代表人 (中文)	1. 葉博任
	代表人 (英文)	1. Yeh, Po-Len

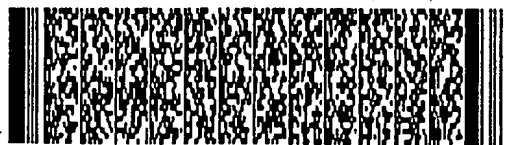


申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人 (共3人)	姓 名 (中文)	3. 蘇東銘
	姓 名 (英文)	3. Su, Tung-Ming
	國 籍 (中英文)	3. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	3. 高雄縣湖內鄉中正路一段一四五巷二十四號
	住居所 (英 文)	3. No. 24, Lane 145, Sec. 1, Chung-Cheng Rd., Hu-Nei Hsiang, Kao-Hsiung Hsien, Taiwan, R.O.C.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	
	名稱或 姓 名 (英文)	
	國 籍 (中英文)	
	住居所 (營業所) (中 文)	
	住居所 (營業所) (英 文)	
	代表人 (中文)	
	代表人 (英文)	



四、中文發明摘要 (發明名稱：指數增益型可變增益放大器)

一種指數增益型可變增益放大器，包含有：一放大級電路，用來依據一差動輸入電壓，輸出一輸出電壓；以及一增益控制電路，用來依據一第一控制電壓及一第二控制電壓輸出一增益控制電壓至該放大級電路，使得該指數增益型可變增益放大器之一電壓增益係反比於一簡單指數函數，該簡單指數函數之值係由該第一控制電壓與該第二控制電壓之差所決定。

五、(一)、本案代表圖為：第三圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明

300 指數增益型可變增益放大器

302 可變增益放大器

304 益控制電路

六、英文發明摘要 (發明名稱：LINEAR-IN-DECIBEL VARIABLE GAIN AMPLIFIER)

A linear-in-decibel variable gain amplifier comprises: an amplifying stage, for generating an output voltage according to a differential input voltage; and a gain-controlling stage, for outputting a gain-controlling voltage to the amplifying stage according to a first controlling voltage and a second controlling voltage. A voltage gain of the linear-in-decibel variable



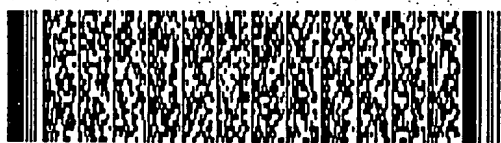


四、中文發明摘要 (發明名稱：指數增益型可變增益放大器)

代表化學式

六、英文發明摘要 (發明名稱：LINEAR-IN-DECIBEL VARIABLE GAIN AMPLIFIER)

gain amplifier is inverse proportional to a simple exponential function, and the value of the simple exponential function is determined by the difference between the first controlling voltage and the second controlling voltage.



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



## 五、發明說明 (1)

### 發明所屬之技術領域

本發明係提供一種可變增益放大器，尤指一種指數增益型之可變增益放大器。

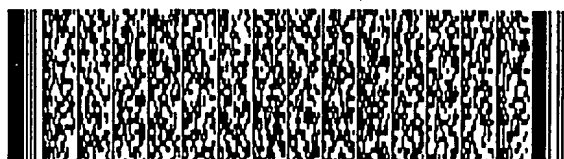
### 先前技術

近年來由於無限通訊系統的蓬勃發展，各種高頻寬、高靈敏度的收發機架構相繼的被提出。而為了提高系統的動態處理範圍以增加系統的靈敏度，常常會使用可變增益放大器 (Variable Gain Amplifier, VGA) 來作為處理動態增益控制的主要電路。而電壓增益對於控制電壓呈指數關係型的可變增益放大器，則是擁有最大動態範圍處理能力的架構。

請參考圖一，圖一為習知技術一可變增益放大器之電路圖。圖一是一個差動放大器 (differential amplifier) 的形式，因此只看半電路的部分即可得知整個電路的電壓增益，若不考慮相位的問題，則圖一中的電壓增益 (voltage gain)  $A_v$  可以使用以下方程式來表示：

方程式一：
$$A_v = V_{out}/V_{in} = K/[1 + \exp(V_y/V_t)]$$

其中  $K$  實質上為一定值。由方程式一可知，其電壓增益的



## 五、發明說明 (2)

值係由一差動增益控制電壓  $V_y$  所決定。由於電壓增益  $A_v$  的分母部分並不是純指數函數，其中還帶有一個常數項 1 的存在，這個常數項 1 即造成了電壓增益  $A_v$  的相對於控制電壓  $V_y$  的關係不是真正的指數線性關係。

請參閱圖二，圖二為配合方程式一電壓增益相對於控制電壓之關係曲線圖。當  $V_y < V_t$  時，電壓增益  $A_v$  並不會因為控制電壓  $V_y$  的變化而產生指數線性的變動，此時的電壓增益曲線會漸趨平緩，漸趨平緩的主要原因就是因為是在方程式中的分母部分具有一個常數項 1 的存在，而造成電壓增益  $A_v$  相對於控制電壓  $V_y$  不具有真正線性的指數關係曲線。

## 發明內容

因此本發明之主要目的在於提供一種電壓增益對於控制電壓呈單純指數關係的可變增益放大器。

根據本發明之申請專利範圍，係揭露一種指數增益型可變增益放大器，包含有一放大級電路與一增益控制電路。該放大級電路係用來依據一差動輸入電壓，輸出一輸出電壓；該增益控制電路則係用來依據一第一控制電壓及一第二控制電壓輸出一增益控制電壓至該放大級電路，使得該指數增益型可變增益放大器之一電壓增益係



### 五、發明說明 (3)

反比於一簡單指數函數，其中該簡單指數函數之值係由該第一控制電壓與該第二控制電壓之差所決定。

依據本發明所提出實施例，該增益控制電路包含有一轉導單元，一第一電流轉換單元，一第二電流轉換單元，及一輸出單元。該增益控制電路可依據一第一控制電壓、一第二控制電壓，產生一增益控制電壓，藉以控制該放大級電路之一電壓增益。

### 實施方式

請參閱圖三，圖三為依據本發明之實施例繪示之指數增益型可變增益放大器之電路方塊圖。指數增益型可變增益放大器 300 包含有：放大級電路 302，用以依據一增益控制電壓  $V_y$  來決定電壓增益，即輸入電壓 ( $V_{in}$ ) 與輸出電壓 ( $V_{out}$ ) 之比值；以及增益控制電路 304，用以控制該增益控制電壓  $V_y$  的大小。

在本實施例中，放大級電路 302 之電路係與上文所述之習知可變增益放大器相同。請參照圖一所示及上文相對應之描述，於此不再贅述。請參照方程式一，放大級電路 302 之電壓增益大小，即差動輸出電壓 ( $V_{out}$ ) 與差動輸入電壓 ( $V_{in}$ ) 的比值大小，係由增益控制電壓 ( $V_y$ ) 所決定。



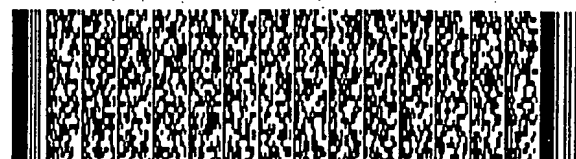
#### 五、發明說明 (4)

請參照圖四及圖五，其為依據本發明之實施例繪示之增益控制電路 304 之電路圖。增益控制電路 304 係用以依據第一控制電壓  $V1$  及第二控制電壓  $V2$  決定輸出至放大級電路 302 之增益控制電壓  $V_y$  的大小。其中，增益控制電路 304 包括：轉導單元 401、第一電流轉換單元 403、第二電流轉換單元 405 (圖四) 及輸出單元 407 (圖四五)。詳細的說明將分述如下。

轉導單元 401 包含有：第一電晶體 472 耦合於第一控制電壓  $V1$ ；第二電晶體 473，耦合於第二控制電壓  $V2$ ；第一偏壓電流源  $I_{bias1}$ ，耦合於第一電晶體 472 與第二電晶體 473 之射極，用來提供第一偏壓電流  $I_{bias1}$ ；第一電流源 402；第一電阻  $R1$ ，耦合於第一電晶體 472 之集極與第一電流源 402 之間；以及第二電阻  $R2$ ，耦合於第二電晶體 473 之集極與第一電流源 402 之間。

其中流經第二電晶體 473 的集極電流  $I1$  之大小係由第一控制電壓  $V1$  與第二控制電壓  $V2$  的差及第一偏壓電流  $I_{bias1}$  所決定。以本實施例而言，其關係如以下方程式所示：  
方程式二：
$$I1 = I_{bias1} / \{1 + \exp[(V1 - V2) / V_t]\}$$

由於轉導單元 401 係為一差動電路，因此流經第一電晶體 472 之集極電流與第一控制電壓  $V1$ 、第二控制電壓  $V2$  及第一偏壓電流  $I_{bias1}$  的關係與方程式二相似，唯方程式中



#### 五、發明說明 (5)

V1與 V2的位置需對調。

第一電流轉換單元 403利用第二電流源 404與轉導單元 401耦接，包含有：第三電晶體 474，其集極耦合於基極；第四電晶體 475；第二偏壓電流源  $I_{bias2}$ ，耦合於第三電晶體 474與第四電晶體 475之射極，用來提供第二偏壓電流  $I_{bias2}$ ；第二電流源 404；第三電阻  $R3$ ，耦合於第三電晶體 474之集極與第二電流源 404之間；第四電阻  $R4$ ，耦合於第四電晶體 475之集極及第二電流源 404之間。其中，第二電流源 404與第一電流源 402形成電流鏡 (current mirror) 電路。在本實施例中，係使得第三電晶體 474之集極電流  $I2$ 與第二電晶體 473之集極電流  $I1$ 之比值與第一偏壓電流  $I_{bias1}$ 及第二偏壓電流  $I_{bias2}$ 之比值成比例關係，下列方程式三所示：

$$\text{方程式三： } I2 / I1 = I_{bias2} / I_{bias1}$$

由於第一電流轉換單元 403亦為一差動電路，且依據方程式三所示，第三電晶體 474之集極電流  $I2$ 與第二電晶體 473之集極電流  $I1$ 之關係，因此，第四電晶體 475之集極電流與第三電晶體 474之集極電流  $I2$ 的比例關係與第一電晶體 472之集極電流與第二電晶體 473之集極電流  $I1$ 的比例關係相同。當第一偏壓電流  $I_{bias1}$ 等於第二偏壓電流  $I_{bias2}$ 時，第一電晶體 472的集極電流等於第四電晶體



#### 五、發明說明 (6)

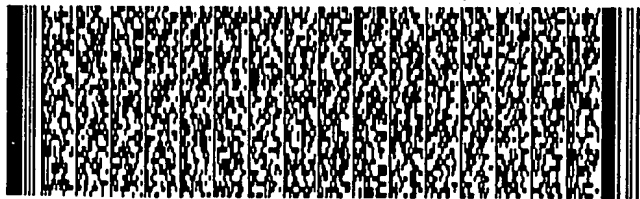
475的集極電流，且第二電晶體的集極電流  $I_1$  等於第三電晶體的集極電流  $I_2$ 。

第二電流轉換單元 405 包括：第五電晶體 476，其基極與集極耦合於第四電晶體 475 之基極；第六電晶體 477，其基極耦合於第三電晶體 474 之基極與集極；以及一第九電晶體 480，分別與第五電晶體 476 及第六電晶體 477 的射極耦接，用以提供一第三偏壓電流  $I_{bias3}$ 。藉由第三電晶體 474、第四電晶體 475、第五電晶體 476 以及第六電晶體 477 所形成的迴路關係可知，第六電晶體 476 之集極電流  $I_3$  與第三電晶體 474 之集極電流  $I_2$  之比值會與第三偏壓電流  $I_{bias2}$  及第一偏壓電流  $I_{bias1}$  之比值成比例關係，下列方程式四所示：

$$\text{方程式四： } I_3 / I_2 = I_{bias3} / I_{bias2}$$

由於第二電流轉換單元 405 亦為一差動電路，且依據方程式四所示，第三電晶體 474 之集極電流  $I_2$  與第六電晶體 477 之集極電流  $I_3$  之關係，因此，第五電晶體 476 之集極電流  $I_4$  與第六電晶體 477 之集極電流  $I_3$  的比例關係與第四電晶體 475 之集極電流與第三電晶體 474 之集極電流  $I_2$  的比例關係相同。

因此，由方程式二、方程式三及方程式四可知，圖四之





#### 五、發明說明 (7)

電路實質上是個電壓控制電流放大電路 (Voltage-Controlled-Current-Amplifier)。藉由控制差動輸入電壓的差，即第一控制電壓  $V_1$  及第二控制電壓  $V_2$  的差，即可控制輸出電流  $I_3$  及  $I_4$  的比例關係。其關係係為下列方程式五所示：

$$\text{方程式五： } I_4/I_3 = K \times \exp[(V_1 - V_2)/V_t]$$

圖五繪示的輸出單元 407 包括：第七電晶體 478，其基極與集極耦接；第八電晶體 479；以及第四偏壓電流源  $I_4$ ，分別與第七電晶體 478 及第八電晶體 479 之射極耦接。需注意的是，圖四的電壓控制電流放大電路與圖五的輸出單元 407 分別與兩電流鏡電路（未繪示）連接，使得第四偏壓電流源輸出的偏壓電流之大小等於第五電晶體 476 之集極電流  $I_4$ ，且使得第六電晶體 477 之集極電流  $I_3$  等於第七電晶體 478 之集極電流  $I_3$ 。電流鏡電路雖未繪示於圖中，但凡熟習此技藝者皆可輕易依據圖四及圖五得知其電路形式及耦接關係。如此，則第七電晶體 478 之集極電流等於第六電晶體 477 之集極電流  $I_3$  且第八電晶體 479 之集極電流等於第五電晶體 476 的集極電流  $I_4$  與第六電晶體 477 之集極電流  $I_3$  的差。第七電晶體 478 及第八電晶體 479 之基極係用以與圖一所示之放大級電路 302 耦接，用以輸出增益控制電壓  $V_y$ 。因此，增益控制電壓  $V_y$  與第七電晶體 478 之集極電流  $I_3$  及第八電晶體 479 之集極電流 ( $I_4 - I_3$ )

五、發明說明 (8)

之關係如下列方程式六所示：

$$\text{方程式六：} \quad V_y = V_{tx} \ln[(I_4 - I_3)/I_3] = V_{tx} \ln(I_4/I_3 - 1)$$

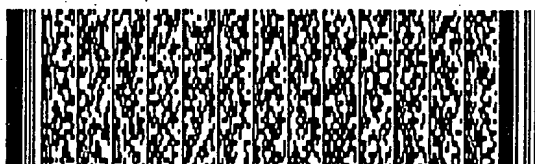
綜上所述，增益控制電路 304 係依據輸入之第一控制電壓  $V_1$  及第二控制電壓  $V_2$  的差，來決定每一級差動電路中的電流比例關係，並依照此電流比例關係決定輸入放大級電路 302 之增益控制電壓  $V_y$  的大小。結合上述之方程式五及方程式六可知，本實施例提出之增益控制電路 304 輸出之增益控制電壓  $V_y$  與第一控制電壓  $V_1$  及第二控制電壓  $V_2$  之關係如下列方程式七所示：

$$\text{方程式七：} \quad V_y = V_{tx} \ln\{K_x \exp[(V_1 - V_2)/V_t] - 1\}$$

使用上述增益控制電路 304 輸出的增益控制電壓  $V_y$  作為圖一中的放大級電路 302 之控制電壓  $V_y$ ，則放大級電路 302 產生的電壓增益，即輸出電壓與輸入電壓的比值，就會如以下方程式八所示：

$$\text{方程式八：} \quad A_v = V_{out}/V_{in} = K_1 / \exp[K_2(V_1 - V_2)]$$

其中  $K_1$  與放大級電路 302 之輸出電阻  $R_L$  有關， $K_2$  與雙載子電晶體 (Bipolar Junction Transistor, BJT) 之熱電壓 (thermal voltage,  $V_T$ ) 有關。在本發明中， $K_1$  與  $K_2$  實質



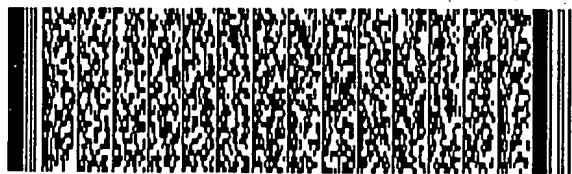
#### 五、發明說明 (9)

上皆可視為是常數。

需注意的是，上文所述之增益控制電路 304 僅為本發明之一實施例，然本發明並不以此為限。凡是可以使得輸出之增益控制電壓  $V_y$  之值正比於  $\ln(I_a/I_b - K_3)$  之電路，皆屬於本發明之範圍。其中， $K_3$  為常數， $I_a$  的大小係與第一控制電壓  $V_1$  相對應，且  $I_b$  的大小係與第二控制電壓  $V_2$  相對應。

由方程式八可知，藉由增益控制電路 304，使得放大級電路 302 的電壓增益  $A_v$  與第一控制電壓  $V_1$  及第二控制電壓  $V_2$  的差  $(V_1 - V_2)$  呈一簡單指數函數關係  $K_1/\exp[K_2(V_1 - V_2)]$ 。請參閱圖六，圖六為配合方程式八電壓增益相對於第一、第二控制電壓的關係曲線圖。相較於圖二的關係曲線圖，可以看出圖六的電壓增益  $A_v$  相對於第一控制電壓  $V_1$  與第二控制電壓  $V_2$  的差呈簡單指數關係。此外，由於放大級電路 302 具有兩輸入端，用以接收差動型式的輸入電壓。此外，本發明提出之指數增益型可變增益放大器之輸出電壓可以是單端輸出，亦可以是雙端輸出，用以輸出差動型式的輸出電壓。

當然，本發明所用的放大級電路不一定要是圖一所示的放大電路，只要是一個可以與圖一中放大電路相同，其電壓增益的分母部分並不是單純指數函數，其中還帶



五、發明說明 (10)

有一個常數項的存在的可變增益放大器電路，皆可配合本發明提出之增益控制電路，來達到本發明之效果。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明之申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明專利之涵蓋範圍。



## 圖式簡單說明

### 圖式之簡單說明

圖一為習知技術一可變增益放大器之電路圖。

圖二為配合方程式一電壓增益相對於控制電壓的關係曲線圖。

圖三為本發明指數增益型可變增益放大器之實施例電路方塊圖。

圖四為增益控制電路 304 之實施例部分電路圖。

圖五為增益控制電路 304 之實施例部分電路圖。

圖六為配合方程式八電壓增益相對於第一、第二控制電壓的關係曲線圖。

### 圖式之符號說明

300 指數增益型可變增益放大器

302 放大級電路

304 增益控制電路

401 轉導單元

402 第一電流源

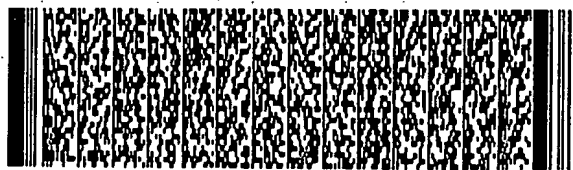
403 第一電流轉換單元

404 第二電流源

405 第二電流轉換單元

407 輸出單元

472 第一電晶體



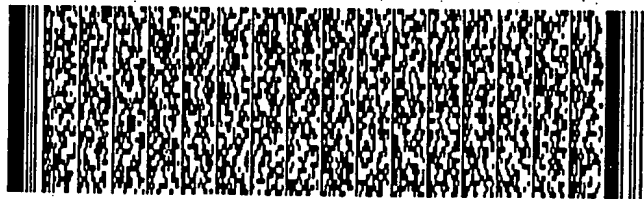
圖式簡單說明

- 473 第二電晶體
- 474 第三電晶體
- 475 第四電晶體
- 476 第五電晶體
- 477 第六電晶體
- 478 第七電晶體
- 479 第八電晶體
- 480 第九電晶體



## 六、申請專利範圍

1. 一種可變增益放大器，包含有：
  - 一放大級電路，用來依據一差動輸入電壓，輸出一輸出電壓；以及
  - 一增益控制電路，用來依據一第一控制電壓及一第二控制電壓輸出一增益控制電壓至該放大級電路，使得該可變增益放大器之一電壓增益係反比於一簡單指數函數，該簡單指數函數之值係由該第一控制電壓與該第二控制電壓之差所決定。
2. 如申請專利範圍第1項所述之可變增益放大器，其中該放大級電路具有一電壓增益，其分母係為  $(K1 + \exp(K2 \times Vy))$  的形式，其中， $K1$ 及 $K2$ 為常數， $Vy$ 為該增益控制電壓。
3. 如申請專利範圍第2項所述之可變增益放大器，其中該增益控制電壓係為一差動形式。
4. 如申請專利範圍第1項所述之可變增益放大器，其中該增益控制電路包括：
  - 一轉導放大單元，用以依據該第一控制電壓及該第二控制電壓輸出一第一電流及一第二電流，其中，該第一電流及該第二電流之比例係與該第一控制電壓與該第二控制電壓之差有關；
  - 一電流轉換單元，耦合於該轉導放大單元，用以輸出一



#### 六、申請專利範圍

第三電流，與該第一電流對應，及一第四電流，與該第二電流對應；以及  
一輸出單元，耦合與該電流轉換單元，用以依據該第三電流及該第四電流輸出該增益控制電壓；  
其中，該增益控制電壓係由該第一控制電壓與該第二控制電壓之差所決定。

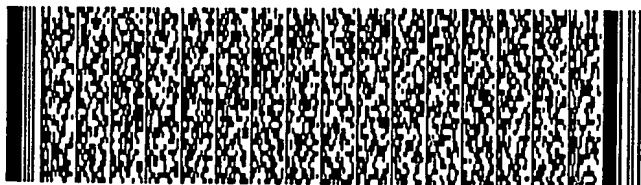
5.如申請專利範圍第4項所述之可變增益放大器，其中該第一電流及該第二電流與該第一控制電壓及該第二控制電壓之關係為： $I_1/I_2 = \exp(K \times (V_1 - V_2))$ ，其中  $I_1$  為該第一電流， $I_2$  為該第二電流， $V_1$  為該第一控制電壓， $V_2$  為該第二控制電壓。

6. 如申請專利範圍第5項所述之可變增益放大器，其中該第三電流大小與該第一電流相等，且該第四電流之大小係與該第二電流相等。

7.如申請專利範圍第5項所述之可變增益放大器，其中該增益控制電壓係正比於  $\ln(I_1/I_2 - K_3)$ ，其中， $K_3$  係為常數。

8. 如申請專利範圍第4項所述之可變增益放大器，其中該轉導放大單元係包含有：

一第一電晶體，耦合於該第一控制電壓；





#### 六、申請專利範圍

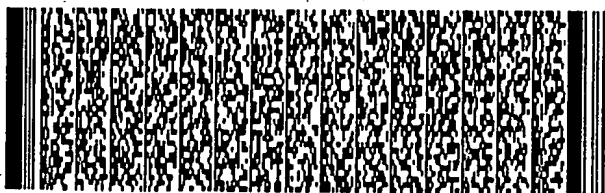
一 第二電晶體，耦合於該第二控制電壓；以及  
一 第一偏壓電流源，耦合於該第一電晶體之射極與該第二電晶體之射極，用來提供一第一偏壓電流；  
其中，該第一電晶體係依據該第一控制電壓及該第一偏壓電流輸出該第一電流，且該第二電晶體係依據該第二控制電壓及該第一偏壓電流輸出該第二電流。

9. 如申請專利範圍第4項所述之可變增益放大器，其中該輸出單元包括：

一 第三電晶體，其集極與基極耦接，其集極電流係與該第四電流相對應；  
一 第四電晶體；以及  
一 第二偏壓電流源，耦合於該第一電晶體之射極與該第二電晶體之射極，用來提供一第二偏壓電流，其中，該第二偏壓電流係與該第三電流相對應；  
其中，該第三電晶體及該第四電晶體之基極係用以輸出該增益控制電壓。

10. 如申請專利範圍第9項所述之可變增益放大器，其中該第二偏壓電流等於該第三電流，該第三電晶體之集極電流係等於該第四電流。

11. 如申請專利範圍第4項所述之可變增益放大器，其中該電流轉換單元係包括一電流鏡電路。



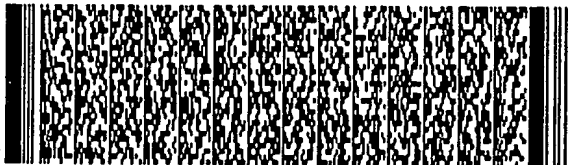
六、申請專利範圍

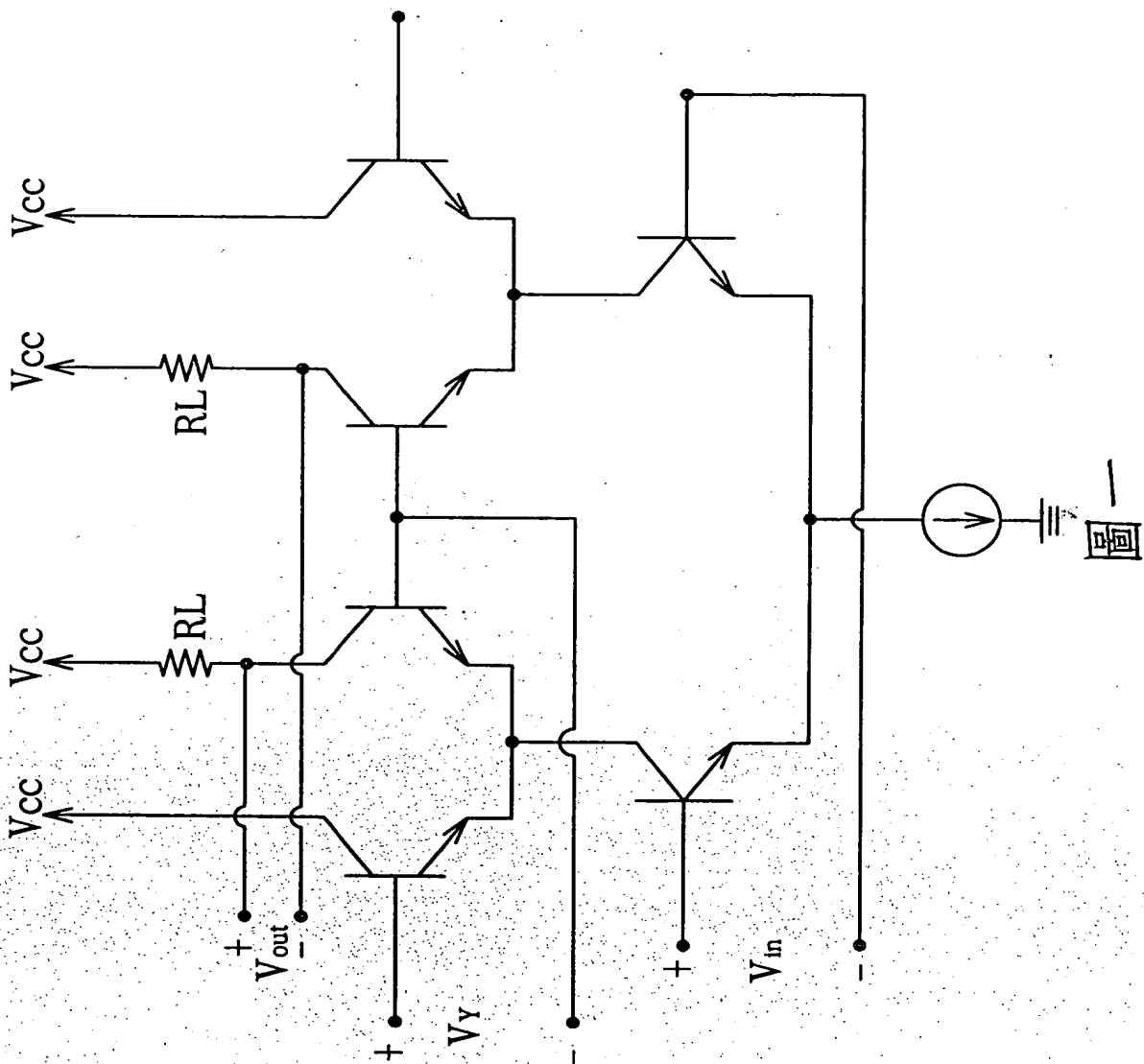
12. 如申請專利範圍第4項所述之可變增益放大器，其中該電流轉換單元包括：一第一電流轉換單元，包含有：

- 一第五電晶體，其集極耦合於基極；
- 一第六電晶體；
- 一第三偏壓電流源，耦合於該第五電晶體與該第六電晶體之射極，用來提供一第三偏壓電流；以及
- 一第四電流源，分別與該第五電晶體及該轉換單元耦接；以及

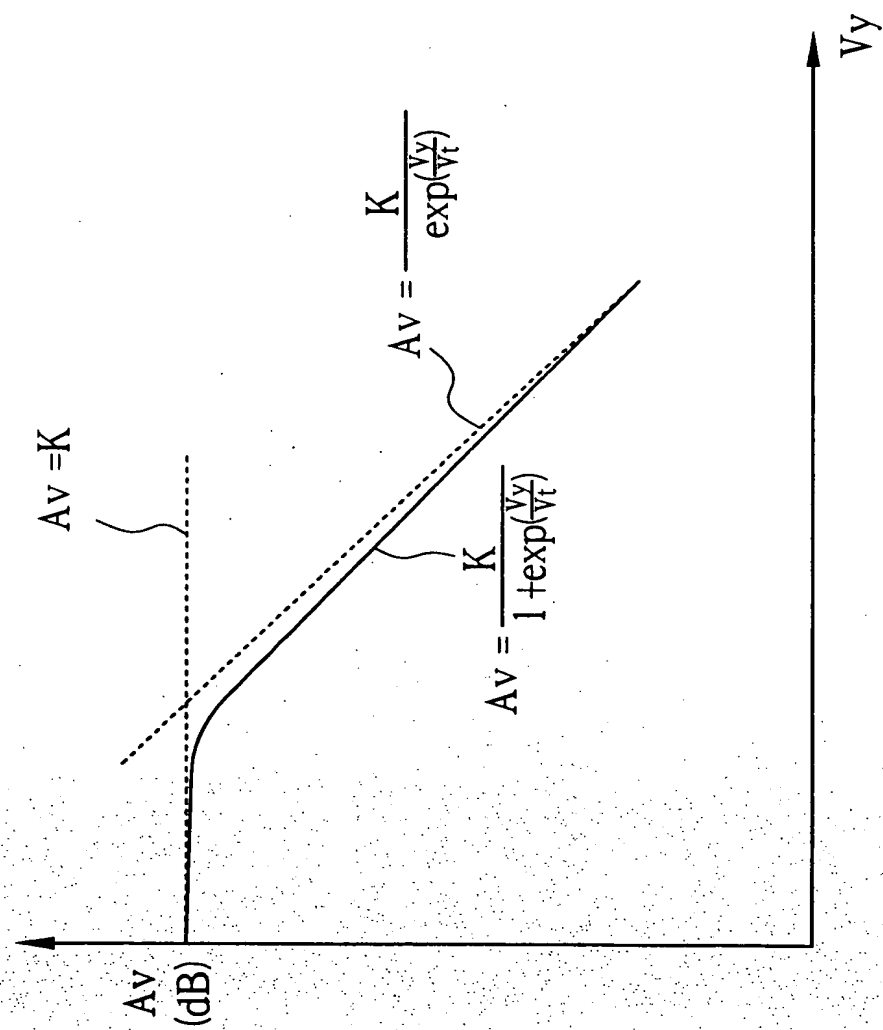
一第二電流轉換單元，包含有：

- 一第七電晶體，其基極與集極耦合於該第六電晶體之基極，用以輸出該第三電流；
- 一第八電晶體，其基極耦合於該第五電晶體之基極，用以輸出該第四電流；以及
- 一第四偏壓電流源，耦合於該第七電晶體與該第八電晶體之射極，用來提供一第四偏壓電流。

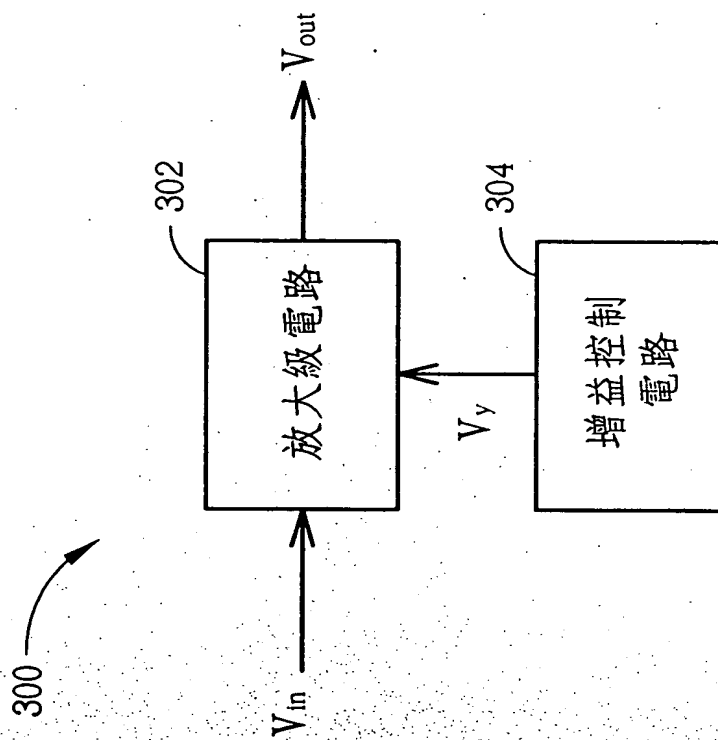




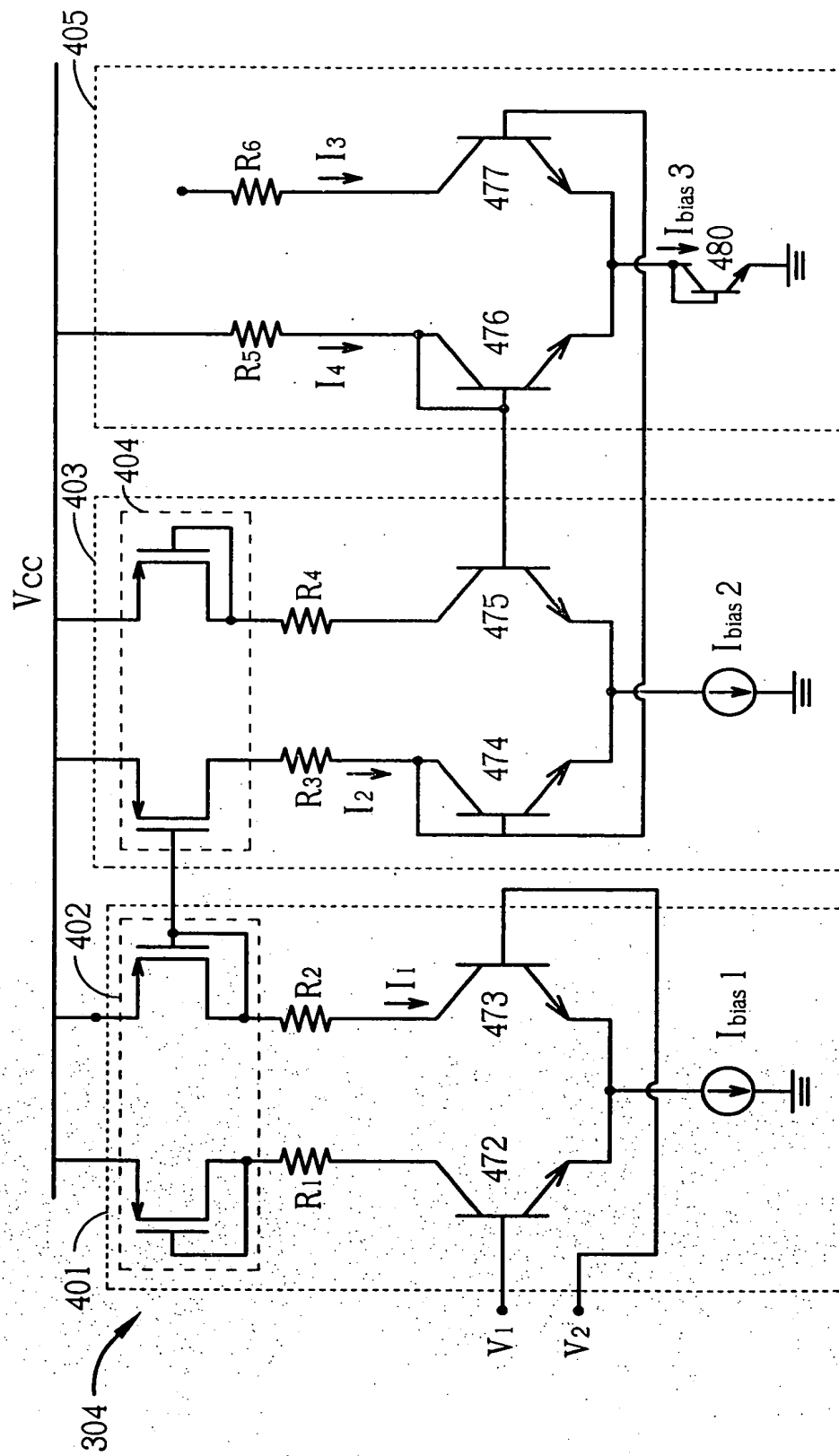
圖一



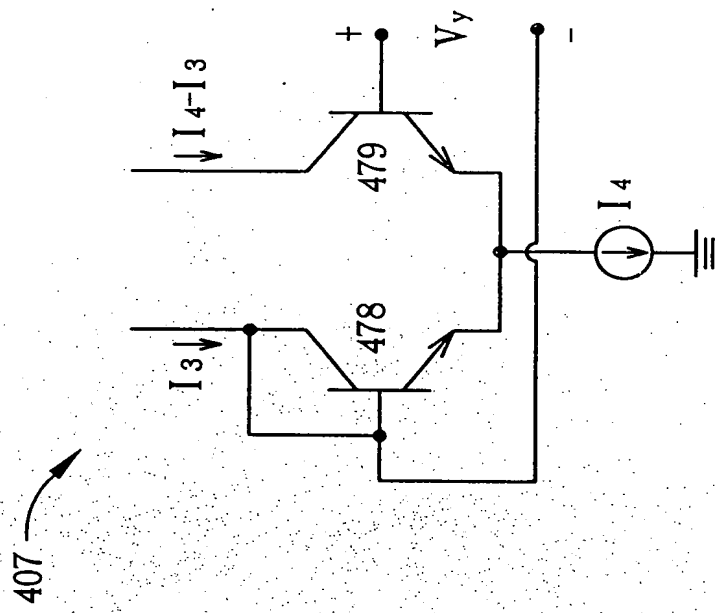
圖二



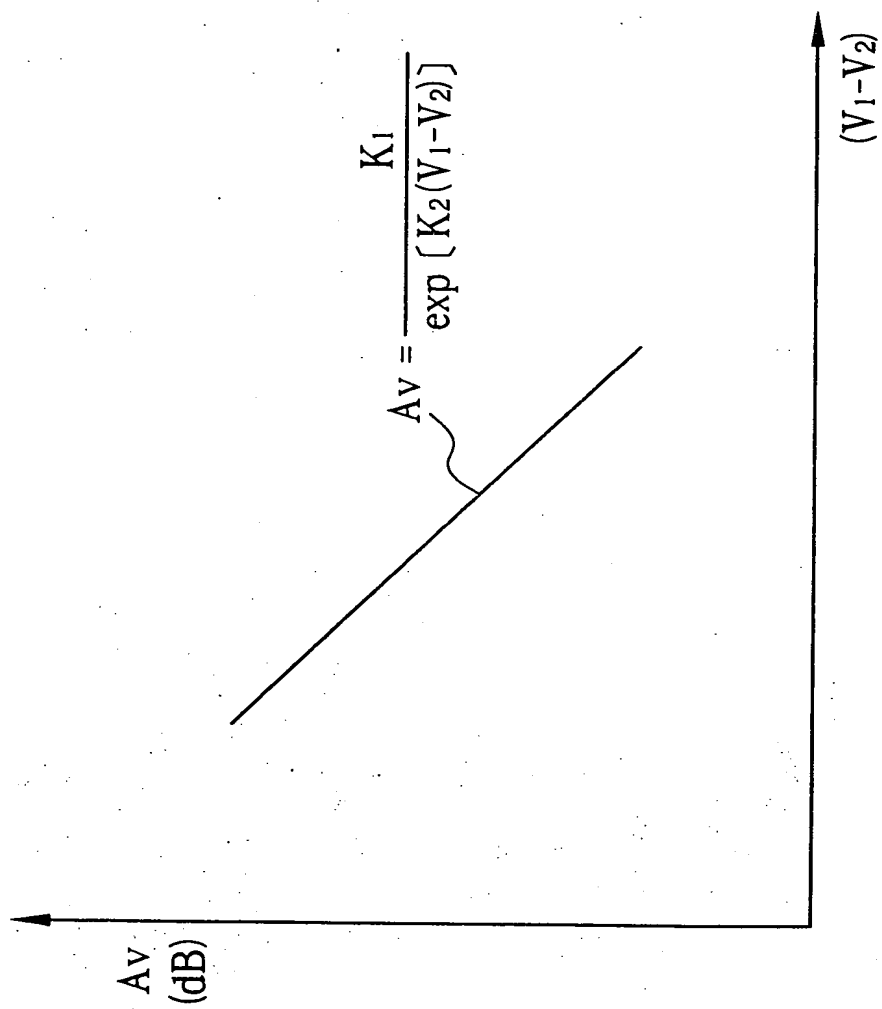
圖三



圖四



圖五



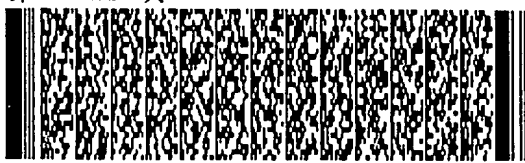
圖六



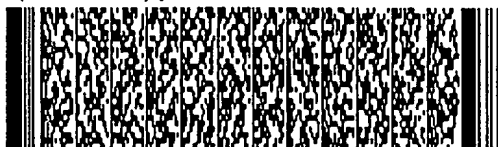
第 1/21 頁



第 1/21 頁



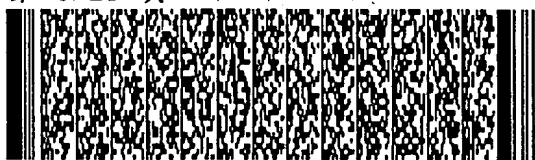
第 2/21 頁



第 3/21 頁



第 3/21 頁



第 4/21 頁



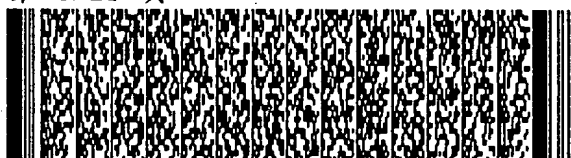
第 5/21 頁



第 6/21 頁



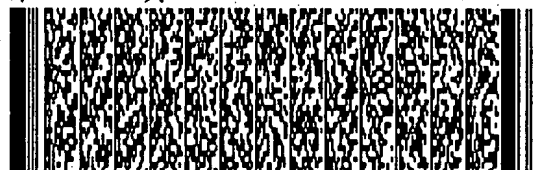
第 6/21 頁



第 7/21 頁



第 7/21 頁



第 8/21 頁



第 8/21 頁



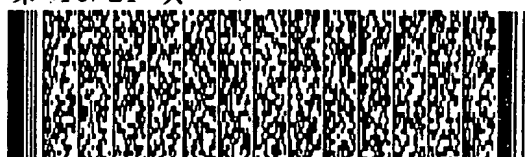
第 9/21 頁



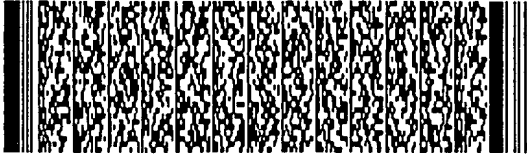
第 9/21 頁



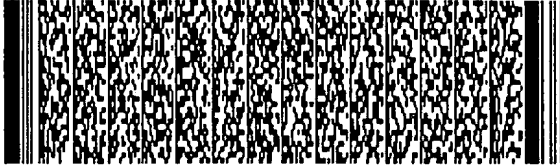
第 10/21 頁



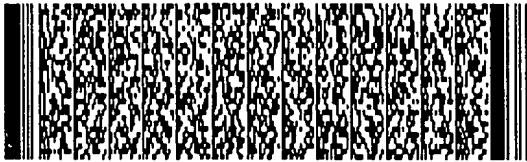
第 10/21 頁



第 12/21 頁



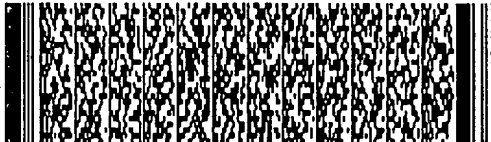
第 13/21 頁



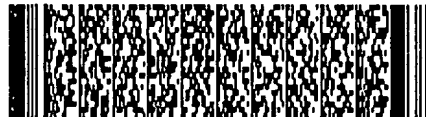
第 14/21 頁



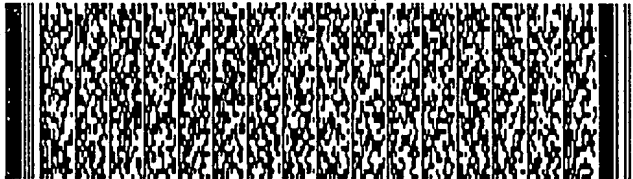
第 15/21 頁



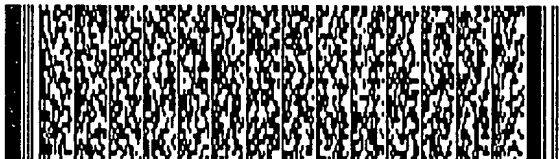
第 17/21 頁



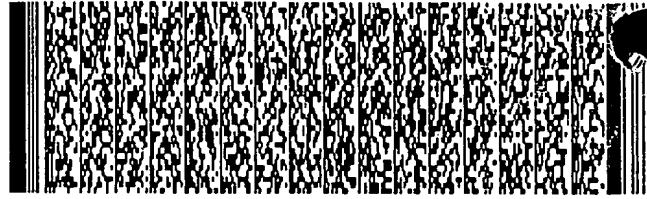
第 19/21 頁



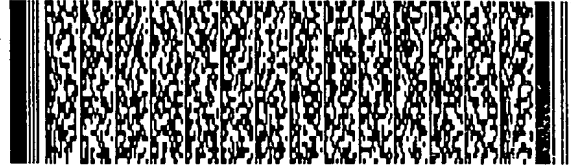
第 21/21 頁



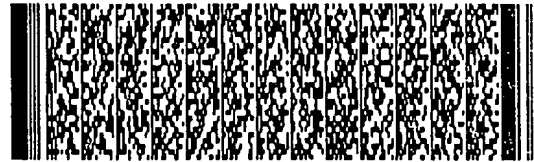
第 11/21 頁



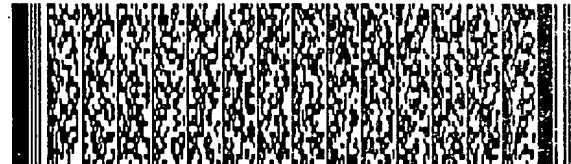
第 12/21 頁



第 13/21 頁



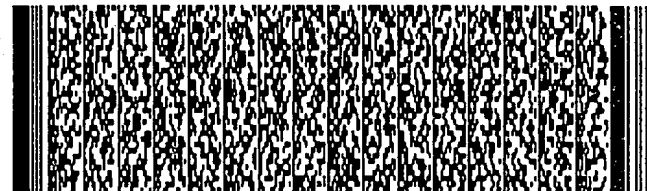
第 14/21 頁



第 16/21 頁



第 18/21 頁



第 20/21 頁

